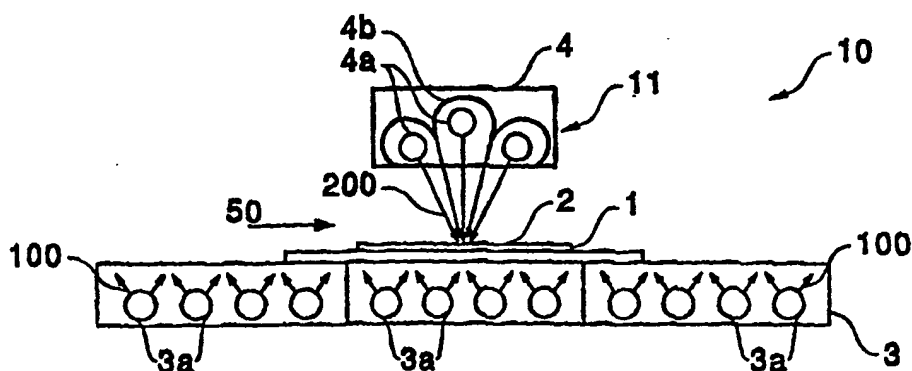




(51) 国際特許分類 H01L 21/20, 21/26	A1	(11) 国際公開番号 WO99/41777  (43) 国際公開日 1999年8月19日(19.08.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00558  (22) 国際出願日 1999年2月9日(09.02.99)  (30) 優先権データ 特願平10/31586      1998年2月13日(13.02.98)      JP 特願平10/37757      1998年2月19日(19.02.98)      JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 行田幸三(GYODA, Kozo)[JP/JP] 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP) (74) 代理人 弁理士 鈴木喜三郎, 外(SUZUKI, Kisaburo et al.) 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社 知的財産部内 Nagano, (JP)		(81) 指定国    CN, JP, KR, US  添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: METHOD OF PRODUCING SEMICONDUCTOR DEVICE AND HEAT TREATING APPARATUS

(54)発明の名称 半導体装置の製造方法及び熱処理装置



(57) Abstract

A method of producing a semiconductor device for annealing stably a wafer without causing any harmful effect, such as thermal stress, in an insulating wafer and a semiconductor thin film formed on the insulating wafer and a heat treating apparatus are disclosed. The method for heat-treating a wafer (1) on which an amorphous silicon film (2) is formed comprises a heating step at which the wafer (1) is preheated by irradiating one side of the wafer (1) with intermediate infrared radiation (100) having a wavelength band of 2.5 to 5  $\mu\text{m}$ , and a heat-treating step at which the amorphous silicon film (2) is annealed and crystallized at above 800  $^{\circ}\text{C}$  and below 1000  $^{\circ}\text{C}$  by irradiating the other side with near infrared radiation (200) having a wavelength band of below 2.5  $\mu\text{m}$ .

(57)要約

絶縁基板及びその絶縁基板に形成した半導体薄膜面に熱応力等の弊害を生ずることなく、安定したアニールを行うことのできる半導体装置の製造方法及び熱処理装置を提供することを目的に、アモルファスシリコン膜(2)が形成された基板(1)の熱処理方法であって、加熱工程で基板(1)の一方の面側から2.5~5 $\mu$ mの波長帯域を有する中間赤外線(100)を照射して基板(1)を予熱した後、熱処理工程で基板(1)の他方の面側から2.5 $\mu$ m以下の波長帯域を有する近赤外線(200)を照射して800℃以上1000℃以下の温度でアモルファスシリコン膜(2)をアニールして結晶化させる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シェラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE ギルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BB バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BF ブルキナ・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	CW ギニア・ビサウ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	MN モンゴル	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MW マラウイ	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CG コンゴ	IL イスラエル	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CH スイス	IN インド	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CI コートジボアール	IS アイスランド	NO ノルウェー	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	IT イタリア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CN 中国	JP 日本	PL ポーランド	
CU キューバ	KE ケニア	PT ポルトガル	
CY キプロス	KG キルギスタン	RO ルーマニア	
CZ チェコ	KP 北朝鮮	RU ロシア	
DE ドイツ	KR 韓国	SD スーダン	
DK デンマーク	KZ カザフスタン	SE スウェーデン	
EE エストニア	LC セントルシア		

## 明細書

## 半導体装置の製造方法及び熱処理装置

## 5 技術分野

本発明は、半導体装置の製造方法及び熱処理装置に関するものである。さらに詳しくは、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、以下、T F Tという。）によって画素電極を駆動するアクティブマトリクス基板を製造する際に行う熱処理に好適な技術に関するものである。

10

## 背景技術

T F Tが形成された基板としては、例えば、電気光学装置の一例として液晶装置（液晶パネル）に用いられているアクティブマトリクス基板がある。このアクティブマトリクス基板は、絶縁基板としての無アルカリガラス基板上に画  
15 素電極がマトリクス状に配置されると共に、各画素電極に対応してポリシリコン等の薄膜を用いたT F Tを接続し、各画素電極に対してT F Tを介して電圧を印加して液晶を駆動するようになっている。

このようなアクティブマトリクス基板を製造するにあたっては、無アルカリガラス基板上に半導体薄膜を所定のパターンで形成し、この半導体薄膜を用い  
20 てT F Tやダイオード等の能動素子、あるいは抵抗やコンデンサ等の受動素子等を形成する。このような場合に、シリコン（S i）等の半導体薄膜を形成する過程でS i膜等には、前記の電気素子の電氣的な特性を阻害するような要因（格子欠陥、照射損傷や内部歪み等）が生じるので、これらの欠陥を減少させる目的をもって各種の熱処理（アニール）が施される。

25 このアニールでは、前記のような欠陥を有するS i膜等を比較的高い温度まで上昇させて、欠陥の修復（例えば、原子空孔の消滅や転位の安定位置への移動等）、あるいは不純物の活性化（例えば、注入イオンがドナーやアクセプタ

になる割合を高める)を達成する。

このようなアニールを行う際には、従来、熱処理炉が用いられている(炉アニール法)。しかしながら、このような炉アニールでは、処理に長時間(例えば、条件によっては数時間)を要するため、熱(500℃以上、あるいは700℃以上の温度)によって、耐熱性に劣るガラス基板に反りが発生したり、半導体膜内部で不純物の拡散が進みすぎてデバイス特性を低下させる等の問題があった。従って、特に、処理温度として低温であることが要求される低温プロセスにおいて、ポリシリコン膜からTFT等を製造する際のアニール方法として、炉アニールを適用するのは困難であった。

そこで、近年は、低温プロセスで形成したポリシリコンからTFT等を形成するのにも適用可能な低温アニール法や短時間アニール法が種々開発されている。これらの低温アニール法及び短時間アニール法のうち、レーザーアニール法は、低温プロセスによるポリシリコンTFTを作製する際のシリコン膜の結晶化や不純物活性化の加熱手段として広く用いられるようになってきている。

このレーザーアニール法は、XeCl、KrF等を用いたエキシマレーザーのビームを光学系によって線状に集光し、この線状のビームをガラス基板上に形成されたアモルファスシリコン(a-Si：非晶質シリコン)膜等に照射することにより、アモルファスシリコン膜を瞬時に熔融させ、アモルファスシリコン膜をポリシリコン(Poly-Si：多結晶シリコン)膜へと結晶化させる熱処理等として採用されている。

また、従来は、熱処理炉等の熱処理装置では、アニールを行う際には、熱処理炉等の内部に配置されている石英ガラス製のテーブル上に基板を載置している。

しかしながら、近年、液晶パネル等に対して高精細化等の性能向上が強く要求されるにつれて、アクティブマトリクス基板のレーザーアニールによって生じる半導体薄膜の熱応力の問題が表面化してきた。

即ち、液晶パネルの応答性等の特性を向上させるという観点から、TFTの

- スイッチング特性（即ち、nチャネル、pチャネルのオン・オフ特性）等に対して一層の向上が求められており、このスイッチング特性の高性能化にはTFTを形成するポリシリコン等の結晶性の良否が重要である。例えば、無アルカリガラス基板に減圧CVD（LP-CVD：Low Pressure Chemical Vapor Deposition）で500オングストロームの膜厚のアモルファスシリコン膜を堆積した後、このアモルファスシリコン膜にエキシマレーザーを照射してアモルファスシリコン膜を瞬時に加熱し、ポリシリコン膜へ結晶化させる場合には、シリコン膜のポリシリコン結晶への結晶化率は90%以上であることが望ましい。しかし、従来のレーザーアニール法では、エキシマレーザーが照射されるアモルファスシリコン膜は瞬時的（例えば数十ナノ秒）に約1000℃まで加熱された後、瞬時に室温まで冷却されるため、結晶化されたポリシリコン膜に熱応力が生じてしまい、その熱応力に起因する結晶欠陥等が原因で、ポリシリコン結晶に十分な結晶化率を得ることができないという問題が明らかになってきた。
- 15      このような問題点について、第9図及び第10図を参照して詳述する。第9図は、正常に結晶化されたポリシリコン膜のラマン分光分析法による分析結果を示すグラフである。第10図は、従来のレーザーアニール法で熱処理して結晶化されたポリシリコン膜のラマン分光分析法による分析結果を示すグラフである。
- 20      これらの図から明らかなように、正常に結晶化したポリシリコン（Poly-Si）では、第9図に示す分析結果のとおり、ラマン・スペクトルの波長520.00（ $\text{cm}^{-1}$ ）でピークが出現するのに対して、従来のレーザーアニール法で熱処理して結晶化されたポリシリコン膜では、第10図に示す分析結果のとおり、ラマン・スペクトルのピークが520.00（ $\text{cm}^{-1}$ ）よりも波
- 25      長の短い方にずれていることが判る。これは、レーザーアニールを行った際の熱応力によってポリシリコン膜に収縮を生じ、ポリシリコン結晶に欠陥を生じる等の要因によりアモルファスシリコンからポリシリコンへの結晶化率が低下

していることを示しているものと推定される。即ち、従来のレーザーアニール法では、局所的に高い密度のエネルギーが短時間に投入されるため、冷却時にポリシリコン膜に収縮等の歪みを生じてしまうものと考えられる。

特に、アクティブマトリクス基板を製造する際のレーザーアニール法では、  
5 上述のようにエキシマレーザーのビームを光学系により線状に集光して照射するようになっており、その照射ビームに対して、例えばベルトコンベアーやローラ等に載せた基板を所定のタイミングで移動させて、あるいはテーブル上に載せた基板に対してビームを移動させて、基板全体へのアニールを行うようになっている。このため、基板上のポリシリコン膜に生じる熱応力も、照射され  
10 たビームに沿って線状に発生する。それ故、基板上のポリシリコン膜に線状のストライプ模様が現れてしまうとともに、その線状に発生した応力の影響で基板全体に反りを生じるという重大な問題を発生していた。

一方で、レーザービームに代えてハロゲンランプ等を用いた低温アニール法、短時間アニール法としてランプアニール法が研究されている。

15 このランプアニール法は、シリコン膜が吸収する特定波長の照射光を発生するランプを使用して、エネルギー光をシリコン膜に対して数秒から数十秒照射することにより、温度を上昇させて欠陥の修復や不純物の活性化を達成するものである。このランプアニール法でアクティブマトリクス基板を熱処理した場合には、加熱時間が短いため、ガラス基板への熱のダメージがない等の利点がある。  
20 しかしながら、ランプアニール法では、ガラス基板上のアモルファスシリコン膜の密度差によって極端な温度差を生じるので、非常に大きな膜歪みが残る。このため、場合によってはガラス基板自体が割れてしまう等の重大な問題を抱えており、低温プロセスポリシリコンTFT等の量産への適用は未だ成功していないのが実状である。

25 また、従来の熱処理装置では、炉内が高温に加熱される影響で、石英ガラス製のテーブルの表面に歪みや変形を生じるという問題がある。そして、このテーブル表面の歪みや変形の影響や、テーブルから直接的に伝導する熱により、

テーブル上に載置された基板に反り等の変形を生じてしまうという重大な不具合を有している。特に、無アルカリガラス基板は耐熱性に劣るため、テーブルから伝導する熱により、約 650℃程度の温度で大きな反りや変形を生じてしまい、基板の良品率が大きく低下するという問題があった。

- 5 本発明は、上述の課題に鑑みて研究開発を行った結果案出されたものであり、絶縁基板及びその絶縁基板に形成した半導体薄膜面に熱応力等の弊害を生ずることなく、安定したアニールを行うことのできる半導体装置の製造方法及び熱処理装置を提供することを目的とする。

- 10 また、本発明は、基板を載置するテーブルから基板自体への熱の伝導を遮断して、基板の熱による反りや変形を有効に防止することのできる半導体装置の製造方法及び熱処理装置を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

- 15 前記目的を達成するために、本発明では、基板に形成された薄膜を熱処理する半導体装置の製造方法において、前記基板の一方の面側から当該基板に向けて 2.5  $\mu\text{m}$  から 5  $\mu\text{m}$  まで範囲の波長帯域を有する中間赤外線を照射して前記基板を加熱する加熱工程と、前記基板の他方の面側から当該基板に 2.5  $\mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近赤外線を照射して前記薄膜を熱処理する熱処理工程と、を少なくとも有することを特徴とする。

- 20 本発明において、前記加熱工程における加熱温度は、300℃から450℃までの範囲であることが望ましい。また、前記熱処理工程における加熱温度は800℃以上1000℃以下の範囲であることが望ましい。

- 25 本発明では、加熱工程で基板を所定の条件で予熱してから、熱処理工程で薄膜にアニールを行う。従って、例えば無アルカリガラス基板上に堆積されたアモルファスシリコン膜に本発明に係る熱処理を施してポリシリコン膜への結晶化を行ったときには、加熱工程における基板に対する予熱効果により、アニール後のポリシリコン膜に熱応力が発生することを防止できる。すなわち、加熱

工程において基板に熱を加え、予め基板を予熱することにより、熱処理工程でポリシリコン膜を熱処理しても、ポリシリコン膜への熱応力の発生を防止できるのである。従って、熱応力に起因する結晶欠陥等を生じることがないので、アモルファスシリコン膜からポリシリコン膜への結晶化率を高めることが可能である。また、ポリシリコン膜に熱応力が残らないため、ガラス基板が反ったり割れたりすることがない。それ故、アクティブマトリクス基板の歩留まりを向上させることができる。

本発明において、前記熱処理工程では、例えば、前記近赤外線を所定の光学系によって集光して前記基板に照射すると共に、前記基板を所定の速度で相対移動させる。また、前記熱処理工程では、例えば、前記近赤外線を所定の光学系によって平行光線にして前記基板に照射すると共に、前記基板を所定の速度で相対移動させてもよい。このように構成すると、基板や基板に形成した半導体薄膜の表面への熱処理を均等に行うことができる。

本発明において、前記熱処理工程では、近赤外線を所定の光学系によって平行光線にし、前記基板に形成された前記薄膜のほぼ全領域を一括して照射してもよい。

本発明において、前記熱処理工程では、近赤外線の波長を  $1\ \mu\text{m}$  から  $2\ \mu\text{m}$  までの範囲で変化させることのできる光源を用いることにより、基板や基板に形成した半導体薄膜への熱処理をより一層均等に行うことが好ましい。

このような熱処理工程における近赤外線の波長の制御は、例えば、前記光源に供給する電流の周波数を変化させることにより行うことができる。

本発明において、前記熱処理工程では、近赤外線の波長の制御に代えて、あるいは波長の制御と共に、近赤外線用の光源に供給する電力を変化させることにより、前記基板に対する近赤外線の照射強度を制御することが好ましい。

本発明において、前記近赤外線の照射強度を制御する方法としては、近赤外線の光源と前記基板との相対距離を変化させる方法、近赤外線の光源から前記基板に向かう近赤外線を散乱または反射させる方法、近赤外線の光源から前記



基板に向かう近赤外線に対して配置した反射鏡の反射角度を変化させる方法、近赤外線の光源から前記基板に向かう近赤外線を減衰させる方法がある。

本発明において、前記熱処理工程では、前記光源と前記基板との間に光路波長フィルタを配置し、この波長フィルタの近赤外線の透過領域を連続的に変化  
5 させることにより、前記基板に対する近赤外線の照射強度を制御する方法もある。この場合には、前記熱処理工程において、前記波長フィルタとして石英製のスリットを用いることができ、この石英製のスリットにおいて近赤外線が透過可能なスリットの幅を連続的に変化させることにより、前記基板に対する近赤外線の照射強度を制御することができる。

10 本発明において前記加熱工程及び前記熱処理工程のうち少なくとも一方の工程を、前記基板が載置されるテーブルの表面から当該基板を所定間隔に離間させた状態で行うことが好ましい。この方法によれば、基板はテーブルの表面から所定間隔で離間された状態で加熱工程と熱処理工程とが行なわれるので、テーブルの歪みや変形の影響を受けない。また、加熱工程及び熱処理工程におい  
15 て、テーブル表面から基板自体へ熱が直接的に伝導することがないため、基板が高熱下で反ったり変形することを確実に防止することができる。

このような半導体装置の製造方法において、前記基板は、例えば無アルカリガラス基板であり、前記半導体薄膜は、例えばアモルファスシリコン薄膜である。

20 本発明では、基板に形成された薄膜を熱処理する熱処理装置において、前記基板の一方の面側から当該基板に  $2.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$  の波長帯域を有する中間赤外線を照射して前記基板を加熱する加熱手段と、前記基板の他方の面側から当該基板に  $2.5\mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近赤外線を照射して前記薄膜を熱処理する熱処理手段と、を少なくとも有することを特徴とする。

25 本発明では、さらに、前記加熱手段によって加熱される位置から前記熱処理手段によって加熱される位置まで前記基板を搬送する搬送手段を設けることができる。

本発明において、前記加熱手段は、300℃から450℃までの範囲に前記基板を加熱する。また、前記熱処理手段は、800℃以上1000℃以下の範囲に前記基板もしくは前記薄膜を加熱する。

本発明では、前記加熱手段は、例えば中間赤外線を出射する光源として中間  
5 赤外線ランプを備えている。また、前記熱処理手段は、例えば近赤外線を出射する光源として近赤外線ランプを備えている。

このような加熱装置において、前記加熱手段は、中間赤外線ランプから出射した中間赤外線によって前記基板をほぼ350℃に加熱し、前記熱処理手段は、近赤外線を出射する光源としての近赤外線ランプから7500Wの出力で  
10 出射した近赤外線によって前記基板または前記導体薄膜を800℃以上1000℃以下の温度に加熱し、前記搬送手段は、前記基板を2.5mm/secの速度で搬送する。このような条件で半導体薄膜に熱処理を行うと、アニール後の半導体薄膜（例えばポリシリコン膜）に熱応力が発生することを確実に防止することができる。従って、熱応力に起因する結晶欠陥等を生じることを未然に  
15 防止することができるので、アモルファスシリコン膜からポリシリコン膜への結晶化率を高めることが可能である。また、ポリシリコン膜に熱応力が残らないため、ガラス基板が反ったり割れたりすることを有効に防止でき、アクティブマトリクス基板の歩留まりを向上させることが可能である。

本発明では、前記熱処理手段は、近赤外線の波長を1μmから2μmまでの  
20 範囲で変化させることのできる近赤外線用の光源を備えていることが好ましい。

また、本発明において、前記熱処理手段は、前記近赤外線用の光源に供給される電流の周波数を変化させることにより近赤外線の波長を制御することが好ましい。

25 さらに、本発明において、前記熱処理手段は、前記近赤外線の照射強度を変える手段を有していることが好ましい。例えば、前記近赤外線の照射強度は最大照射強度の25%に相当する強度から100%に相当する強度までの範囲で

制御されることが好ましい。

本発明において、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御するための構成としては、例えば、近赤外線用の光源に供給される電力を変化させる構成、近赤外線の光源と前記基板との相対距離を変化させる構成、近赤外線の光源から前記基板に向かう近赤外線を散乱または反射させる構成、近赤外線の光源から前記基板に向かう近赤外線に対して配置された反射鏡の反射角度を変化させる構成、近赤外線の光源から前記基板に向かう近赤外線を減衰させる構成を採用することができる。

また、近赤外線の光源から前記基板に至る光路の途中位置に配置した波長フィルタの近赤外線の透過領域を連続的に変化させることにより、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御する構成を採用してもよい。この場合には、前記熱処理手段は、前記波長フィルタとして用いた石英製のスリットにおいて近赤外線が透過可能なスリットの幅を連続的に変化させることにより、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御する。

本発明では、さらに、前記基板と、該基板を載置するテーブルの表面との間に所定の間隔を確保する基板離間手段を有することが好ましい。このように構成すると、基板は、基板離間手段によってテーブルの表面から所定間隔で離間されるので、テーブルの歪みや変形の影響を受けない。また、テーブル表面から基板自体へ熱が直接的に伝導することを避けることができるため、基板が高熱により反りを生じたり変形することを有効に防止することができる。

本発明において、前記基板離間手段としては、例えば前記テーブルの表面に配置された複数の耐熱性スペーサーを利用することができ、この耐熱性スペーサーは、セラミックで形成されることが好ましい。このように構成すると、安価な構成で基板をテーブルの表面から離間させることができると共に、基板が不純物で汚染されるのを防止することができる。

本発明において、前記基板離間手段は、ガスを噴出させて前記基板を浮上させるガス浮上装置を備えていることが好ましい。このガス浮上装置では、前記

テーブルの表面に複数のガス噴出口が形成され、これらのガス噴出口から所定圧力のガスを噴出させて前記基板を浮上させる。このように構成すると、基板は、テーブル側から噴出するガスにより浮上された状態で熱処理が施されるため、基板がテーブルの歪みや変形の影響を受けない。また、テーブル表面から

5 基板自体へ熱が直接的に伝導することを避けることができるため、基板が高熱により反ったり変形することを有効に防止することができる。

このようなガス浮上装置では、前記ガス噴出口から不活性ガス、窒素ガス、あるいは水蒸気ガスなどを噴出する。

本発明では、さらに、前記ガス噴出口から噴出されたガスを前記基板の表面

10 まで導くガス誘導手段を有していることが好ましい。このように構成すると、噴出するガスが不活性ガスや $N_2$ ガスである場合には、基板や半導体薄膜の表面が酸化するのを防止することができ、噴出するガスが水蒸気ガスである場合には、基板や半導体薄膜の表面に酸化膜を形成することが可能である。

この前記ガス誘導手段としては、前記基板の端部側から噴出するガスを当該

15 基板の表面側へ導く案内羽根を利用することが好ましい。このように構成すると、安価な構成で、噴出したガスを半導体薄膜の表面側へ誘導することができる。

このような熱処理装置で処理される基板は、例えば、無アルカリガラス基板であり、この基板に形成されている半導体薄膜は、例えば、アモルファスシリ

20 コン薄膜である。

#### 図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)はそれぞれ、本発明の第1の実施の形態に係る熱処理方法を実施するのに用いた熱処理装置の概略構成図、及び当該熱処理装置にお

25 ける加熱温度と時間の関係を示すグラフである。

第2図は、第1図に示す熱処理装置に用いたハロゲンランプから出射される近赤外線の波長と基板温度との関係を表すグラフである。

第3図(a)、(b)はそれぞれ、第1図に示す熱処理装置に用いた近赤外線ランプの電圧－出力特性を示すグラフ、及び近赤外線ランプの電圧－コイル温度特性を示すグラフである。

第4図は、本発明の実施の形態1に係る熱処理方法により結晶化されたポリシリコン膜のラマン分光分析法による分析結果を示すグラフである。

第5図(a)、(b)はそれぞれ、本発明の第2の実施の形態に係る熱処理方法を実施するのに用いた熱処理装置の概略構成図、及び当該熱処理装置における加熱温度と時間の関係を示すグラフである。

第6図(a)、(b)、(c)はそれぞれ、本発明の第3の実施の形態に係る熱処理方法を実施するのに用いた熱処理装置の概略構成図、当該熱処理装置における加熱温度と時間の関係を示すグラフ、及びタイミングチャートである。

第7図は、本発明の第4の実施の形態に係る熱処理方法を実施するのに用いた熱処理装置の概略構成図である。

第8図は、本発明の第5の実施の形態に係る熱処理方法を実施するのに用いた熱処理装置の概略構成図である。

第9図は、正常に結晶化されたポリシリコン膜のラマン分光分析法による分析結果を示すグラフである。

第10図は、レーザーアニール法で熱処理して結晶化されたポリシリコン膜のラマン分光分析法による分析結果を示すグラフである。

〔符号の説明〕

- 1 無アルカリガラス基板（基板）
- 2 アモルファスシリコン膜（半導体薄膜）
- 3 第1の加熱装置（加熱手段）
- 25 3 a ハロゲンランプ（中間赤外線の光源）
- 4 第2の加熱装置（熱処理手段）
- 4 a ハロゲンランプ（近赤外線の光源）

- 10、20、30、40、50 熱処理装置本体
- 11、21、31、51 熱処理装置本体
- 41 熱処理ケース
- 43 スペース（基板離間手段）
- 5 44、53 テーブル
- 46 水冷冷却ジャケット
- 54 反射板
- 55 中空部
- 56 ガス供給管
- 10 57 案内羽根（ガス誘導手段）
- 58 反射板
- 52 ガス噴出口
- 59 ガス浮上装置（基板離間手段）
- 100 中間赤外線
- 15 200～200 近赤外線

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態を図面を用いて説明する。

〔第1の実施の形態〕

- 20 第1図（a）は、本発明に係る半導体装置の製造方法を示す図である。具体的には、基板に形成された薄膜を熱処理するための方法と、それに適用した熱処理装置に関し、第1実施の形態として示す概略構成図であり、第1図（b）は当該装置における加熱温度と時間の関係を示すグラフである。

- 25 第1図において、絶縁性の基板1としての無アルカリガラス基板（以下、単に基板という。）上に薄膜としてアモルファスシリコン膜2からなる半導体薄膜が形成されている。基板1としては、例えば日本電気硝子（株）製のOA-2等を用いることができ、そのアルカリ酸化物の含有量は0.1%以下であ

る。アモルファスシリコン膜 2 は、例えば減圧 CVD 法により形成され、厚さ 500 オングストロームで堆積された膜である。

このアモルファスシリコン膜 2 が形成された基板 1 は、熱処理装置 10 の搬送手段（図示を省略する代わりに、搬送方向を矢印 50 で示す。）としてのベルトコンベアあるいはローラー搬送装置等によって、図面上、左側から右側へ所定の速度で搬送されるように構成されている。

基板 1 に形成されたアモルファスシリコン膜 2 に対して熱処理を行うために、本形態の熱処理装置 10 では、熱処理装置本体 11 に第 1 の加熱装置 3（加熱手段）と第 2 の加熱装置 4（熱処理手段）とが構成されている。加熱手段としての第 1 の加熱装置は、加熱工程において基板を予め加熱するためのものである。すなわち、基板を予熱するためのものである。また熱処理手段としての第 2 の加熱装置は、熱処理工程において基板に形成された薄膜を熱処理するためのものである。

第 1 の加熱装置 3 には、中間赤外線 100 の光源として複数のハロゲンランプ 3a が設けられている。第 1 の加熱装置 3 は、搬送される基板 1 の下方から基板 1 の下面に対して波長  $2.5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  の中間赤外線 100 を照射して基板 1 を約  $350^\circ\text{C}$  まで昇温して予熱する。

ここで、第 1 の加熱装置 3 は、複数のブロックに分けて構成することができ、従って、各ブロック毎に中間赤外線 100 の照射強度等を変えることも可能である。

第 2 の加熱装置 4 には、光源として複数のハロゲンランプ 4a が複数個設けられている。光源は波長が  $2.5 \mu\text{m}$  以下の近赤外線 200 を発光する特性を有する。また、ハロゲンランプ 4a の背後には、近赤外線 200 を反射して線状に集光させる反射板 4b が設けられている。また、反射板には凹面が設けられている。

このハロゲンランプ 4a は、第 2 図及び第 3 図に示すような特性を備えている。第 2 図は、ハロゲンランプ 4a から出射される近赤外線 200 の波長（n

m)と基板の温度(°C)との関係を表すグラフである。図示されているように、グラフはランプの波長によって基板の温度が推移する様子を示している。この図に示すように、近赤外線域においても波長が短くなるに従ってエネルギーは大きくなる特性を有する。特に、波長1.4nmでは基板の温度がほぼ1  
5 800°Cに達することが分かる。

第3図(a)はハロゲンランプ4aの印加電圧-光出力特性を示すグラフである。電圧を40~100%の範囲で変化させることにより、ランプの出力(実施の形態では最大出力7500W)を最大光出力の25%~100%の範囲で制御できることが分かる。

10 また、第3図(b)はハロゲンランプ4aの印加電圧-コイル温度特性を示すグラフであり、印加電圧を許容範囲内で40%~100%の範囲で変化させることにより、ランプのコイル温度を1500°C~2000°Cの範囲で制御できることが分かる。なお、本発明者等の実験により、コイル温度(1500°C~2000°C)は、基板の温度(600°C~800°C)に相当することが確認  
15 されており、印加電圧を40%~100%の範囲で可変制御することにより、基板の温度を前記のような範囲で制御することが可能である。

このように構成した第1の実施の形態に係る熱処理装置を用いて、半導体装置の製造方法において基板1に形成したアモルファスシリコン膜2に対して熱処理を行う際の手順を簡単に説明する。

20 まず、第1図(a)において、中間赤外線100の光源である複数のハロゲンランプ3aへ電力の供給を開始し、第1の加熱装置3を駆動する。なお、ハロゲンランプ3aから出力される中間赤外線100の強度は、基板の搬送速度や基板の面積等に応じて、基板1全体をほぼ350°Cに昇温できるように予め設定されている。あるいは基板1の温度を測定するための温度測定手段を設  
25 け、温度測定手段によって測定した結果に基づいて基板1全体がほぼ350°Cとなるようにリアルタイムで適宜制御されるように装置を構成してもよい。

また同時に、近赤外線200の光源であるハロゲンランプ4aへ電力の供給



を開始し、第2の加熱装置4を駆動する。なお、ハロゲンランプ4aから出力される近赤外線200の強度は、基板の搬送速度や基板の面積等に応じて、アモルファスシリコン膜2を800℃～1000℃に昇温できるように予め設定されている、あるいは基板1の表面の温度を測定するための温度測定手段を装置に設け、アモルファスシリコン膜2が800℃～1000℃の所定温度（本実施の形態では800℃）となるように印加電圧を40～100%の範囲で制御するようにしてもよい。

次に、搬送手段を起動し、基板1を例えば2.5mm/secの速度で第1図上左側から右側へ搬送を開始する。

10     その結果、基板1の下面に対して、第1の加熱装置3の各ハロゲンランプ3a、3a・・・から出力された中間赤外線100が照射される。従って、無アルカリガラスからなる基板1は、中間赤外線100を吸収して加熱され、基板表面側への第2の加熱装置4による熱処理が開始されるまでにほぼ350℃に加熱される（加熱工程／予備加熱工程ともいう）。

15     この加熱工程において加熱された基板1が連続的に送られ、第2の加熱装置4によって加熱される位置まで搬送されたとき、基板1上に形成されたアモルファスシリコン膜2に対して、第2の加熱装置4のハロゲンランプ4aから出力された近赤外線200が照射される。ハロゲンランプから出力された光は反射板4bによって線状に集光された状態で連続的に基板表面に照射される（熱処理工程）。

20     従って、第1図（b）に示すように、アモルファスシリコン膜2は、近赤外線200を吸収して加熱され、ほぼ800℃まで加熱される。これによりアモルファスシリコン膜2は膜表面から所定の深さまで格子化され、ポリシリコン結晶へ結晶化する。

25     このようにして、アモルファスシリコン膜2をポリシリコン結晶へ結晶化させる際に、本発明は、熱処理を行う前に加熱装置によって基板1を350℃まで予熱しておくので、再結晶化する際に熱応力の発生を有効に防止できる。従

って、本発明は、熱応力に起因する結晶欠陥等の発生を大幅に低減することができるので、アモルファスシリコンからポリシリコンへの実質的な結晶化率を高めることができる。それ故、本発明はポリシリコン膜を用いて形成される薄膜トランジスタ等の特性を一層向上させることが可能となる。

- 5 第4図は、上述のようなプロセスによりアモルファスシリコンをポリシリコンに再結晶化させた膜をラマン分光分析法により分析した結果を示すグラフである。グラフに示されているように、ラマン・スペクトルにおいて、波長520.00 ( $\text{cm}^{-1}$ ) でピークが出現していることが判る。これを先に示した第9図における正常に結晶化されたポリシリコン (Poly-Si) の分析結果、  
10 及び第10図におけるレーザーアニールによって結晶化させたポリシリコン膜の分析結果と比較すると、そのピークの出方が正常に結晶化されたポリシリコンのグラフ (第9図) と近似していることがわかる。従って、これらの図から、このような熱処理方法を用いてアモルファスシリコンからポリシリコンへ結晶化させた結晶化率が、レーザーアニール法より結晶化させた場合よりも高  
15 いと判断できる。

- また、本発明による製造方法、すなわち上記のような熱処理方法を用いたことにより、熱応力の発生が抑制される。従って、ポリシリコン膜に収縮等の歪みの発生を防止することができるので、基板1に生じる反り、割れ等の事態を未然に回避することができる。さらに、この基板1を用いて半導体装置の一例  
20 であるアクティブマトリクス基板を製造する際の歩留まりを向上させることができる。従って、液晶パネルのコストを低減することができる。

- また、第1図(a)に示すように、本形態では、第2の加熱装置4による熱処理が終了した後においても、第2の加熱装置4の下流側 (図面に向かって右側) に位置する第1の加熱装置3によって中間赤外線100による加熱が継続  
25 される。従って、第2の加熱装置4による熱処理後、基板1を徐々に冷却することができる。それ故、アモルファスシリコン膜2から変換されたポリシリコン膜も徐々に冷却することができるので、本発明の半導体装置の製造方法はポ

リシリコン膜に生じる熱応力をより一層低減することが可能である。

〔第 2 の実施の形態〕

第 5 図を参照して本発明の第 2 の実施の形態を説明する。

第 5 図 (a) は、本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体装置の製造方法  
5 (熱処理方法) を実施するための熱処理装置の概略構成図、第 5 図 (b) は当  
該熱処理装置における加熱温度と時間の関係を示すグラフである。なお、本形  
態に係る熱処理装置は、前記した第 1 の実施の形態に係る熱処理装置と基本的  
な構成が同一であるので、対応する部分については同一の符号を付して、それ  
らの詳細な説明は省略する。

10 第 5 図 (a) において、本形態に係る熱処理装置 20 における熱処理装置本  
体 21 は、第 1 の加熱装置 3 (加熱手段) と第 2 の加熱装置 4 (熱処理手段) とに  
より構成される。

第 1 の加熱装置 3 には、第 1 の実施の形態と同様に、光源として複数のハロ  
ゲンランプ 3 a が設けられている。ハロゲンランプは中間赤外線 100 を照射  
15 する特性を有する。加熱装置は、基板 1 をほぼ 350℃まで加熱する。すなわ  
ち、搬送手段 (図示せず。) によって搬送される基板 1 を、基板 1 の下面に対  
して加熱装置が波長 2.5 ~ 5 μm の中間赤外線 100 を照射して 350℃ま  
で予熱する。なお、第 1 の加熱装置 3 は複数のブロックに分けて構成すること  
ができるので、各ブロック毎に中間赤外線 100 の照射強度等を変えるように  
20 構成することが可能である。

第 2 の加熱装置 4 には、光源としてハロゲンランプ 4 a が設けられている。  
光源は波長 2.5 μm 以下の近赤外線 200 を照射する特性を有する。また、  
ハロゲンランプ 4 a の背後には、光源から照射される近赤外線 200 を反射し  
て平行光線とする反射板 4 b が形成されている。なお、反射板には凹面が形成  
25 され、この凹面が近赤外線を平行光線に変える作用を有している。

なお、ハロゲンランプ 4 a の特性は、第 1 の実施の形態と同じであり、印加  
電圧を 40 ~ 100 % の範囲で可変制御することにより、基板の温度を 60

0℃～800℃の範囲で制御することが可能である。

このように構成した第2の実施の形態に係る熱処理装置を用いて、半導体装置の製造方法において基板1に形成されたアモルファスシリコン膜2に対して熱処理を行う際の手順を簡単に説明する。

- 5     まず、中間赤外線100の光源として複数のハロゲンランプ3aへ電力の供給を開始し、加熱装置を駆動する。なお、ハロゲンランプ3aから出力される中間赤外線100の強度は、基板の搬送速度や基板の面積等に応じて、基板1全体をほぼ350℃に昇温できるように予め設定されている。あるいは基板1の温度を測定するための温度測定手段を装置に設け、温度測定手段によって測定した結果に基づいて基板1全体がほぼ350℃となるようにリアルタイムで適宜可変制御するように設定してもよい。

- 10     また同時に、近赤外線200の光源としてのハロゲンランプ4aへ電力の供給を開始し、第2の加熱装置4を駆動する。なお、ハロゲンランプ4aから出力される近赤外線200の強度は、基板の搬送速度や基板の面積等に応じて、アモルファスシリコン膜2を800～1000℃に昇温できるように予め設定されている。あるいは基板1の表面の温度を測定するための温度測定手段が装置に設けられ、アモルファスシリコン膜2が800～1000℃の所定温度（本実施の形態では800℃）となるように電圧を40～100%の範囲で可変制御するように設定してもよい。

- 20     次いで、搬送手段が起動され、基板1を例えば2.5mm/secの速度で上流側から下流側（第5図（a）上、左側から右側）へ搬送する。

- 25     その結果、基板1の下面に対して、第1の加熱装置3の各ハロゲンランプ3aから出力された中間赤外線100が照射される。従って、無アルカリガラスからなる基板1は、中間赤外線100を吸収して加熱され、基板表面側への第2の加熱装置4による熱処理が開始されるまでに加熱装置によってほぼ350℃に加熱される（加熱工程）。

この加熱工程によって過熱された基板1が連続的に送られ第2の加熱装置4

まで搬送されてきたとき、基板 1 上に形成されたアモルファスシリコン膜 2 に、第 2 の加熱装置 4 のハロゲンランプ 4 a から出力され反射板 4 b によって平行光線にされた近赤外線 200 が連続的に照射される（熱処理工程）。

それ故、アモルファスシリコン膜 2 は、第 5 図（b）に示すように、近赤外線 200 を吸収して加熱され、ほぼ 800℃まで昇温される。これによりアモルファスシリコン膜 2 は膜表面から所定の深さまで格子化され、ポリシリコン結晶へ結晶化される。

これにより、第 1 実施の形態の場合と同様に、再結晶化する際にシリコン膜に発生する熱応力を有効に防止できるので、本発明は熱応力に起因する結晶欠陥等の発生を大幅に低減することができる。また、熱応力の発生が抑制されることにより、ポリシリコン膜に収縮等の歪みを生ずることも防止できるので、ガラス基板 1 に反りを生じたり、割れてしまう等の事態を未然に回避することができる。

また、本形態でも、第 5 図（a）に示すように、第 2 の加熱装置 4 による熱処理が終了した後においても、第 2 の加熱装置 4 の下流側（第 5 図（a）に向かって右側）に位置する第 1 の加熱装置 3 によって中間赤外線 100 による加熱が継続されるので、ポリシリコン膜上の熱応力の発生をより一層低減することが可能である。

#### 〔第 3 の実施の形態〕

第 6 図を参照して本発明の第 3 の実施の形態を説明する。

第 6 図（a）は、本発明の第 3 の実施の形態に係る熱処理方法を実施するための熱処理装置の概略構成図、第 6 図（b）は当該熱処理装置における加熱温度と時間の関係を示すグラフ、第 6 図（c）は当該熱処理装置における熱処理のタイミングチャートである。なお、本形態に係る熱処理装置も、前記した第 1 の実施の形態、あるいは第 2 の実施の形態に係る熱処理装置と基本的な構成が同一であるので、対応する部分については同一の符号を付して、それらの詳細な説明は省略する。

第6図(a)において、本形態の熱処理装置30における熱処理装置本体31は、第1の加熱装置3(加熱手段)と第2の加熱装置4(熱処理手段)とにより構成される。

第1の加熱装置3には、第1実施の形態、第2実施の形態と同様に、中間赤外線100の光源として複数のハロゲンランプ3aが設けられている。ハロゲンランプは第1の加熱装置3の上に載置される基板1に中間赤外線を照射するように構成され、波長 $2.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ の中間赤外線100を照射し、基板1をほぼ $350^{\circ}\text{C}$ まで昇温する。なお、第1の加熱装置3は複数のブロックに分けて構成することもできる。この場合、各ブロック毎に中間赤外線100の照射強度等を変えるようにしてもよい。

第2の加熱装置4には、複数のハロゲンランプ4aからなる光源が形成されている。光源は波長 $2.5\mu\text{m}$ 以下の近赤外線200を発光する特性を有する。また、そのハロゲンランプ4aの周囲には、近赤外線200を反射して平行光線とするための凹面を有する反射板4bが設けられている。なお、本形態では、基板1に形成されたアモルファスシリコン膜2の全体に近赤外線200を一括して照射するため、第2の加熱装置4の大きさやハロゲンランプ4aを設ける本数等は熱処理を施す基板1の面積等に応じて決定される。

ここで、ハロゲンランプ4aの特性は、第1実施の形態及び第2実施の形態と同じであり、印加電圧を $40\sim 100\%$ の範囲で可変制御することにより、基板の温度を $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ の範囲で加減することが可能である。

このように構成した第3の実施の形態に係る熱処理装置を用いて、半導体装置の製造方法において基板1に形成されたアモルファスシリコン膜2に対して熱処理を行う際の手順を簡単に説明する。

まず、複数のハロゲンランプ3aへ電力の供給を開始し、第1の加熱装置3を駆動する。なお、ハロゲンランプ3aから出力される中間赤外線100の強度は、基板の搬送速度や基板の面積等に応じて、基板1全体をほぼ $350^{\circ}\text{C}$ に昇温できるように予め設定されている。あるいは基板1の温度を測定するため

の温度測定手段が装置に設けられ、温度測定手段によって測定された結果に基づいて基板 1 全体がほぼ 350℃となるようにリアルタイムで適宜可変制御するようにしてもよい。

次いで、搬送手段を起動して基板 1 を第 2 の加熱装置 4 側への搬送を開始するとともに、基板 1 の下面に対して、第 1 の加熱装置 3 の各ハロゲンランプ 3 a から出力された中間赤外線 100 が照射される。従って、第 6 図 (b) に示すように、無アルカリガラスからなる基板 1 はその中間赤外線 100 を吸収して加熱され、基板表面側への第 2 の加熱装置 4 による熱処理が開始されるまでにほぼ 350℃に予熱される（加熱工程）。

そして、第 6 図 (c) に示すように、基板 1 の全体が第 2 の加熱装置 4 の直下に来た時点で搬送手段を所定時間にわたって停止する。

ここで、第 6 図 (b)、(c) に示すように、ハロゲンランプ 4 a へ電力の供給を開始し、第 2 の加熱装置 4 を駆動する。その際、ハロゲンランプ 4 a から出力された近赤外線 200 が反射板 4 b によって平行光線に変換された状態で、基板 1 上に形成されたアモルファスシリコン膜 2 の全面に対して、一括して照射される（熱処理工程）。

これによりアモルファスシリコン膜 2 の全面は、第 6 図 (b) に示すように、近赤外線 200 を吸収して 800℃まで昇温され、アモルファスシリコン膜 2 は膜表面から所定の深さまで格子化されて、ポリシリコン結晶へ結晶化されることとなる。

なお、ハロゲンランプ 4 a から出力される近赤外線 200 の強度は、基板 1 の面積等に応じて、アモルファスシリコン膜 2 の全面を 800℃～1000℃に昇温できるように予め設定されている。あるいは基板 1 の表面の温度を測定するための温度測定手段を装置に設け、アモルファスシリコン膜 2 が 800℃～1000℃の所定温度（本実施の形態では 800℃）となるように電圧を 40%～100%の範囲で可変制御するようにしてもよい。

そして、第 6 図 (c) に示すように、所定時間が経過した後にハロゲンラン

ブ4 a への電力供給を停止するとともに、搬送手段を再駆動し、熱処理を終了した基板1を搬出する

これにより、第1実施の形態や第2実施の形態の場合と同様に、結晶化する際に、シリコン膜に発生する熱応力を有効に防止できるので、熱応力に起因する結晶欠陥等の発生を大幅に低減することができる。また、本発明により熱応力の発生が抑制され、ポリシリコン膜に収縮等の歪みを生ずることも防止できるので、ガラス基板1に反りを生じたり、割れてしまう等の事態を未然に回避することができる。

また、第6図(a)に示すように、第2の加熱装置4による熱処理が終了した後においても、第2の加熱装置4の下流側(第6図(a)に向かって右側)に位置する第1の加熱装置3によって中間赤外線100による加熱が継続されるようになっているので、ポリシリコン膜を徐々に冷却することができる。それ故、熱応力の発生をより一層低減することが可能である。

#### [第4の実施の形態]

第7図を参照して本発明の第4の実施の形態を説明する。

第7図は、本発明の第4の実施の形態に係る熱処理装置を示す概略断面図である。

第7図において、本形態の熱処理装置40は、熱処理ケースを有している。熱処理ケース41は、石英ガラス或いはセラミックで成形された基板載置用のテーブル44を兼ねる。

この熱処理ケース41の下方には、加熱装置(加熱手段)として用いる光源として二本のハロゲンランプ3aが設けられている。ハロゲンランプ3aからは、 $2.5\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の波長帯域を有する中間赤外線100が出射され、基板1をほぼ350℃まで昇温するして予熱する。

熱処理ケース1の底面であるテーブル44の表面上には、例えばセラミック等の耐熱性素材で成形された半球状のスペーサー43(基板離間手段)が複数個配置されている。本形態では、スペーサー43の高さは、例えば1mmに設



定されている。

このスペーサー 4 3 上に無アルカリガラスからなる基板 1 が載置されている。つまり、この基板 1 は、熱処理ケース 1 の底面（テーブル 4 4 の表面）から離間された状態で保持されている。この基板 1 としては、アルカリ酸化物の含有量が 0.1% 以下の例えば日本電気硝子（株）製の OA-2 等が用いられる。基板 1 の表面には、例えば半導体薄膜としてアモルファスシリコン膜 2 が形成されている。

熱処理ケース 1 の上方には、基板 1 の表面と対向するように、複数のハロゲンランプ 4 a（熱処理手段）が設けられている。ハロゲンランプ 4 a から 2.5  $\mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近赤外線 200 が出射され、基板 1 を 800°C ~ 1000°C の温度まで加熱して、所定のアニールを行なう。

また、ハロゲンランプ 4 a の上方には、過熱を防止するための水冷冷却ジャケット 4 6 が設けられている。

このように構成された第 4 の実施の形態に係る熱処理装置を用いて、半導体装置の製造方法において基板 1 に形成されたアモルファスシリコン膜 2 に対して熱処理を行う際の手順を簡単に説明する。

まず、ハロゲンランプ 3 a へ電力の供給を開始し、中間赤外線 100 を熱処理ケースの下方から照射して基板 1 をほぼ 350°C の温度に加熱する（加熱工程）。

同時に、ハロゲンランプ 4 a へ電力の供給を開始し、ハロゲンランプ 4 a から出力される近赤外線 200 によって基板 1 の表面に形成されたアモルファスシリコン膜を例えばほぼ 800°C まで昇温する（熱処理工程）。

これによりアモルファスシリコン膜 2 は膜表面から所定の深さまで格子化され、ポリシリコン結晶へ結晶化される。

また、本形態では、上述のようにアニールが施される際に、基板 1 は、セラミック製のスペーサー 4 3 により、熱処理ケースの底面（テーブル 4 4 の表面）から離間した状態で保持されているので、仮に第 1 の加熱装置 3 や第 2 の

加熱装置 4 による加熱によってテーブル 4 4 に歪みや変形が生じたとしても、その影響が基板 1 に及ぶことを防止することができる。

また、セラミック製のスペーサー 4 3 を設置したことにより、第 1 の加熱装置 3 からの熱が、熱処理ケースの底面（テーブル 4 4）を介して直接的に基板 1 へ伝導されることを回避することができるため、基板 1 の過熱による反り等の変形を未然に防止することができる。従って、基板 1 の良品率が高まるので、この基板 1 を用いた液晶パネル等のコストを低減することができる。

さらに、本態では、半導体薄膜がアニールされる前に、基板 1 がほぼ 3 5 0℃まで予熱されているので、アモルファスシリコン膜 2 が結晶化する際に膜に熱応力が発生することも防止できる。

#### [第 5 の実施の形態]

第 8 図を参照して本発明の第 5 の実施の形態を説明する。

第 8 図は、本発明の第 5 の実施の形態に係る熱処理装置を示す概略断面図である。なお、本形態に係る熱処理装置は、前記した第 4 の実施の形態に係る熱処理装置と基本的な構成が同一であるので、対応する部分については同一の符号を付して、それらの詳細な説明は省略する。

第 8 図において、本形態の熱処理装置 5 0 における熱処理装置本体 5 1 は第 1 の加熱装置 3（加熱手段）と第 2 の加熱装置 4（熱処理手段）とにより構成されている。

第 1 の加熱装置 3 には光源として二本のハロゲンランプ 3 a が設けられている。光源は基板 1 の下面に対して 2. 5 ~ 5  $\mu$ m の波長帯域を有する中間赤外線 1 0 0 を照射する。そして、基板 1 をほぼ 3 5 0℃まで昇温する。

ハロゲンランプ 3 a の上方には、石英ガラスからなるテーブル 5 3 が設けられている。テーブル 5 3 には直径約 0. 2 ~ 1 mm 程度のガス噴出口 5 2 が複数個穿設されている。

また、第 1 の加熱装置 3 には反射板 5 4 が形成されており、ハロゲンランプ 3 a の中間赤外線 1 0 0 を反射する。なお、反射板 5 4 はハロゲンランプ 3 a

の下方に配置されている。

そして、反射板 5 4 とテーブル 5 3 とによって形成される中空部 5 5 には、  
ガスを供給するガス浮上装置 5 9（基板離間手段）のガス供給管 5 6 が接続さ  
れている。このガス供給管 5 6 には、図示しないポンプやバルブ等が接続され  
5 ている。

これのように構成した熱処理装置 5 0 では、ガス浮上装置 5 9 において、ガ  
ス供給管 5 6 から所定流量でガスを供給すると、中空部 5 5 に充満したガスが  
テーブル 5 3 のガス噴出口 5 2 から所定の圧力（例えば、 $0.1 \text{ kg/cm}^2$   
～ $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ）で噴出し、そのガス流の圧力により基板 1 を浮上させ  
10 ることが可能となる。

なお、ガス供給管 5 6 を通じて供給されるガスとしては、ヘリウム、ネオ  
ン、アルゴン等の不活性ガスや $\text{N}_2$ ガス或いは水蒸気ガスをアニールの目的に  
合わせて選択することができる。

さらに、テーブル 5 3 の端部にはガス誘導手段となる案内羽根 5 7 が形成さ  
15 れている。案内羽根 5 7 は、基板 1 を浮上させた後に、基板 1 の端部側から逃  
げるガス流を基板 1 の表面側に導くためのものである。

第 2 の加熱装置 4 には、ハロゲンランプ 4 a が形成されている。ハロゲンラ  
ンプは波長  $2.5 \mu\text{m}$  以下の近赤外線 2 0 0 を出射する。そのハロゲンランプ  
4 a の背後には反射板 5 8 が設けられており、近赤外線 2 0 0 を反射して平行  
20 光線とする。なお、反射板には凹面が形成されている。

このように構成した第 5 の実施の形態に係る熱処理装置を用いて、半導体装  
置の製造方法において基板 1 に形成したアモルファスシリコン膜 2 に対して熱  
処理を行う際の手順を簡単に説明する。

まず、ガス供給管 5 6 へのガスの供給を開始して、第 1 の加熱装置 3 の中空  
25 部 5 5 へガスを所定流量で送り込む。これにより、中空部 5 5 に充満したガス  
がテーブル 5 3 のガス噴出口 5 2 から所定の圧力（例えば、 $0.1 \sim 0.2 \text{ kg/cm}^2$ ）  
で上方にガス流となって噴出し、基板 1 を浮上させて、基板 1 を

テーブル 5 3 と離間した状態に保持する。

次いで、第 1 の加熱装置 3 を駆動する。すなわち、中間赤外線 1 0 0 の光源となるハロゲンランプ 3 a へ電力の供給を開始し、中間赤外線 1 0 0 を基板 1 の下面に照射する。そして、基板を予めほぼ 3 5 0 °C の温度に加熱する（加熱工程）。

このとき、基板 1 はテーブル 5 3 の表面から浮上した状態にある。つまり、基板 1 はテーブル 5 3 の表面と離間された状態にあるため、テーブル 5 3 がハロゲンランプ 3 a からの熱によって歪みや変形を生じたような場合にも、その影響が基板 1 に及ぶことを防止することができる。

10 また、基板 1 はテーブル 5 3 と非接触状態にあるため、テーブル 5 3 の熱が直接的に基板 1 へ伝導することを回避することができる。それ故、基板 1 の過熱による反りや変形の発生を未然に防止することができる。

同時に、第 2 の加熱装置 4 を駆動して、近赤外線 2 0 0 の光源としてのハロゲンランプ 4 a への電力供給を開始する。これにより、基板 1 上のアモルファスシリコン膜に、ハロゲンランプ 4 a から出力され反射板 5 8 によって平行光線にされた近赤外線 2 0 0 が照射される（熱処理工程）。

その結果、基板 1 のアモルファスシリコン膜 2 は、近赤外線 2 0 0 を吸収して加熱され、ほぼ 8 0 0 °C まで昇温される。これによりアモルファスシリコン膜 2 は表面から所定の深さまで格子化され、ポリシリコン結晶へ結晶化する。

20 ここで、基板 1 を浮上させるガスとして、不活性ガスや窒素ガスを用いる場合には、ガス流はガス噴出口 5 2 から噴出して基板 1 を浮上させた後、案内羽根 5 7 によって、基板 1 の表面側に誘導される。それ故、基板 1 の表面を不活性ガスや窒素ガスで覆うことができる。

そのため、基板 1 の表面上への空気等の侵入を防止することができるので、  
25 基板 1 やシリコン膜が酸化するのを防止でき、良質のポリシリコン結晶を得ることが可能となる。

ここで、基板 1 を浮上させるガスとして、水蒸気ガスを用いた場合には、基

板 1 の表面に水蒸気ガスを誘導することができるので、例えば基板 1 自体、或いは基板表面上に形成されたシリコン膜の酸化を行なうことが可能となる。

よって、上述のようにガス供給管 5 6 を介して第 1 の加熱装置 3 の中空部 5 5 に供給されるガスの種類を適宜切り替えることにより、酸化を防止したアニール工程や酸化工程等の複数の熱処理工程を一つの熱処理装置 5 0 で行なうことができる。

なお、第 2 の加熱装置 4 側にもガスの噴出装置を設けるように構成するならば、アニールを行なう際に、基板 1 の表面に対して不活性ガス、N<sub>2</sub>ガスあるいは水蒸気ガスを供給することによって、より効果的に酸化を防止したアニールや、より効率的な酸化膜形成を行なうことが可能である。

#### [その他の実施の形態]

なお、前記実施の形態では、基板として無アルカリガラス基板を用いる場合について説明したがこれに限られるものではなく、他の半導体基板や絶縁性基板等にも適用できる。

また、本発明により熱処理を施す対象としての半導体薄膜もアモルファスシリコン膜に限られるものではなく、熱処理による活性化が有効な半導体薄膜全般に適用可能である。また、半導体薄膜に限らずイオン注入等された基板表面へのアニールにも適用できる。

また、第 1 の加熱装置 3 の中間赤外線光源としては、前記ハロゲンランプに限らず、カーボンヒータやレーザー等の他の中間赤外線源を用いることも考えられる。

さらにまた、前記実施の形態では、第 2 の加熱装置 4 での近赤外線の出力を変化させて基板に対する照射強度を制御するにあたって、第 3 図を参照して説明したように、ハロゲンランプに印加する電圧を変化させていたが、これに限られるものではなく、ハロゲンランプ 4 a に供給する電流の周波数を可変制御して近赤外線の波長を 1  $\mu$ m ~ 2  $\mu$ m の範囲で変化させてもよい。また、ハロゲンランプ 4 a と、基板 1 表面または基板 1 に形成したアモルファスシリコン

膜 2（半導体薄膜）表面との相対距離を可変制御してもよい。例えば、第 1 の加熱装置 3 側あるいは基板 1 側を上下に昇降させる機構を設けてもよい。

さらに、第 1 の加熱装置 3 のハロゲンランプ 3 a から基板 2 表面または基板 2 に形成した半導体薄膜面に向かう近赤外線を反射あるいは散乱させる近赤外  
5 線散乱・反射手段、または近赤外線を減衰させて基板への照射強度を制御する近赤外線減衰手段を配置して、基板 2 に対する照射強度を制御してもよい。

この場合に、前記の近赤外線散乱・反射手段については、例えば第 1 の加熱装置 3 のハロゲンランプ 3 a から基板 2 表面または基板 2 に形成した半導体薄膜面に向かう近赤外線の反射角度を可変できるようにした反射鏡で構成するこ  
10 とができる。

また、前記の近赤外線減衰手段は、例えば第 1 の加熱装置 3 のハロゲンランプ 3 a と基板 2 表面との間の間、またはハロゲンランプ 3 a と基板 2 上に形成された半導体薄膜面との間に配置される。すなわち、ハロゲンランプから基板方向に出射する出射光の光路の途中に近赤外線減衰手段が配置される。また、  
15 近赤外線減衰手段は近赤外線近赤外線を透過することができる透過波長帯域が連続的に変化する波長フィルタにより構成される。波長フィルタは、近赤外線を透過することができる石英製のスリットにより構成され、スリット幅を可変することができる。

## 20 産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明に係る半導体装置の製造方法及び熱処理装置では、 $2.5 \sim 5 \mu\text{m}$  の波長帯域を有する中間赤外線を照射して基板を予熱してから、 $2.5 \mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近赤外線を基板に照射して  $800^\circ\text{C}$  以上  $1000^\circ\text{C}$  以下の温度で半導体薄膜をアニールするので、無アルカリガラス  
25 ス基板上に堆積されたアモルファスシリコン膜に熱処理を施してポリシリコン膜に結晶化させた際に、基板への予熱効果により、アニール後のポリシリコン膜に熱応力が発生することを防止できるという効果がある。従って、熱応力に

起因する結晶欠陥等を生じることがないので、アモルファスシリコン膜からポリシリコン膜への結晶化率を高めることができる。また、ポリシリコン膜に熱応力が残らないため、ガラス基板が反ったり割れたりすることがなく、アクティブマトリクス基板の歩留まりを向上させることができる。

- 5     また、基板離間手段によって基板をテーブルの表面から浮かせた状態で熱処理することにより、テーブルの歪みや変形の影響を受けることが防止できる。また、テーブル表面から基板自体へ熱が直接的に伝導することを避けることができるので、基板が高熱により反ったり変形することを有効に防止することができるという効果がある。

## 請求の範囲

1. 基板に形成された薄膜を熱処理する半導体装置の製造方法において、  
前記基板の一方の面側から当該基板に向けて  $2.5\mu\text{m}$  から  $5\mu\text{m}$  まで範囲  
5 の波長帯域を有する中間赤外線を照射して前記基板を加熱する加熱工程と、  
前記基板の他方の面側から当該基板に  $2.5\mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近  
赤外線を照射して前記薄膜を熱処理する熱処理工程と、  
を少なくとも有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
- 10 2. 請求の範囲第1項において、前記加熱工程における加熱温度は、 $300^{\circ}\text{C}$  から  $450^{\circ}\text{C}$  までの範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方法。
3. 請求の範囲第1項において、前記熱処理工程における加熱温度は  $800^{\circ}\text{C}$  以上  $1000^{\circ}\text{C}$  以下の範囲であることを特徴とする半導体装置の製造方  
15 法。
4. 請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかにおいて、前記熱処理工程で  
は、前記近赤外線を所定の光学系によって集光して前記基板に照射すると共  
に、前記基板を所定の速度で相対移動させることを特徴とする半導体装置の製  
20 造方法。
5. 請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかにおいて、前記熱処理工程で  
は、前記近赤外線を所定の光学系によって平行光線にして前記基板に照射する  
と共に、前記基板を所定の速度で相対移動させることを特徴とする半導体装置  
25 の製造方法。
6. 請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかにおいて、前記熱処理工程で



は、近赤外線を所定の光学系によって平行光線にし、前記基板に形成された前記薄膜のほぼ全領域を一括して照射することを特徴とする半導体装置の製造方法。

5    7.      請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、近赤外線の波長を1  $\mu$ mから2  $\mu$ mまでの範囲で変化させることのできる光源を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

8.      請求の範囲第7項において、前記熱処理工程では、前記光源に供給する電流の周波数を変化させることにより近赤外線の波長を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

9.      請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源に供給する電力を変化させることにより、前記基板に対する近赤外線

15

の照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

10.     請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源と前記基板との相対距離を変化させることにより、前記基板に対する近赤外線の照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

20

11.     請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源から前記基板に照射される近赤外線を散乱または反射させることにより、前記基板に対する近赤外線の照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

25

12.     請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源から前記基板に向かう近赤外線に対して配置した反射鏡により反

射角度を変化させることにより、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

13. 請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源から前記基板に向かう近赤外線を減衰させることにより、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

14. 請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかにおいて、前記熱処理工程では、前記光源と前記基板との間に光路波長フィルタを配置してなり、前記波長フィルタの近赤外線の透過領域を連続的に変化させることにより、前記基板に対する近赤外線照射強度を制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

15. 請求の範囲第14項において、前記熱処理工程では、前記波長フィルタとして石英製のスリットを用いたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

16. 請求の範囲第1項乃至第15項のいずれかにおいて、前記加熱工程及び前記熱処理工程のうち少なくとも一方の工程を、前記基板が載置されるテーブルの表面から当該基板を所定間隔に離間させた状態で行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

17. 請求の範囲第1項乃至第16項のいずれかにおいて、前記基板は無アルカリガラス基板であり、前記半導体薄膜はアモルファスシリコン薄膜であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

18. 基板に形成された薄膜を熱処理する熱処理装置において、

前記基板の一方の面側から当該基板に  $2.5\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$  の波長帯域を有する中間赤外線を照射して前記基板を加熱する加熱手段と、

前記基板の他方の面側から当該基板に  $2.5\mu\text{m}$  以下の波長帯域を有する近赤外線を照射して前記薄膜を熱処理する熱処理手段と、

5      を少なくとも有することを特徴とする熱処理装置。

19. 請求の範囲第18項において、前記加熱手段によって加熱される位置から前記熱処理手段によって熱処理される位置まで前記基板を搬送するための搬送手段を有していることを特徴とする熱処理装置。

10

20. 請求の範囲第18項において、前記加熱手段は、 $300^{\circ}\text{C}$  から  $450^{\circ}\text{C}$  までの範囲に前記基板を加熱することを特徴とする熱処理装置。

21. 請求の範囲第18項において、前記熱処理手段は、 $800^{\circ}\text{C}$  以上  $1000^{\circ}\text{C}$  以下の範囲に前記基板もしくは前記薄膜を加熱することを特徴とする熱処理装置。

15

22. 請求の範囲第18項または第19項において、前記加熱手段は、中間赤外線を出射する中間赤外線ランプを備えていることを特徴とする熱処理装置。

20

23. 請求の範囲第18項乃至第22項のいずれかにおいて、前記熱処理手段は、近赤外線を出射する近赤外線ランプを備えていることを特徴とする熱処理装置。

25

24. 請求の範囲第18項または第19項において、前記加熱手段は、中間赤外線ランプから出射した中間赤外線によって前記基板をほぼ  $350^{\circ}\text{C}$  に加熱

し、

前記熱処理手段は、近赤外線を出射する光源としての近赤外線ランプから出射した近赤外線によって前記基板または前記導体薄膜を800℃以上1000℃以下の温度に加熱し、

- 5 前記搬送手段は、前記基板を2.5 mm/secの速度で搬送することを特徴とする熱処理装置。

25. 請求の範囲第18項乃至第23項のいずれかにおいて、前記熱処理手段は、近赤外線の波長を1 μmから2 μmまでの範囲で変化させることのできる近赤外線用の光源を備えていることを特徴とする熱処理装置。

26. 請求の範囲第25項において、前記近赤外線から出射される光の波長は、前記近赤外線用の光源に供給される電流の周波数を変化させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

15

27. 請求の範囲第18項乃至第24項のいずれかにおいて、前記熱処理手段は、前記近赤外線の照射強度を変える手段を有してなることを特徴とする熱処理装置。

- 20 28. 請求の範囲第27項において、前記近赤外線の照射強度は最大照射強度の25%に相当する強度から100%に相当する強度までの範囲で制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

- 25 29. 請求の範囲第27項または第28項において、前記近赤外線の照射強度は前記光源に供給される電力により制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

30. 請求の範囲第27項または第28項において、前記近赤外線照射強度は前記光源と前記基板との相対距離を変化させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

5 31. 請求の範囲第27項または第28項において、前記近赤外線照射強度は前記光源から前記基板に向かう近赤外線を散乱または反射させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

32. 請求の範囲第27項または第28項において、前記近赤外線照射強度は前記光源から前記基板に向かう近赤外線に対して配置された反射鏡の反射角度を変化させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

15 33. 請求の範囲第27項または第28項において、前記近赤外線照射強度は前記光源から前記基板に向かう近赤外線を減衰させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

34. 請求の範囲第33項において、前記近赤外線照射強度は、前記光源から前記基板に至る光路の途中位置に配置された波長フィルタの近赤外線の透過領域を連続的に変化させることにより制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

35. 請求の範囲第34項において、前記波長フィルタは石英製のスリットからなり、前記スリットの幅を連続的に変化させることにより前記近赤外線照射強度が制御されてなることを特徴とする熱処理装置。

36. 請求の範囲第18項において、さらに、前記基板と、該基板を載置す

るテーブルの表面との間に所定の間隔を確保する基板離間手段を有することを特徴とする熱処理装置。

37. 請求の範囲第36項において、前記基板離間手段は、前記テーブルの  
5 表面に配置された複数の耐熱性スペーサーを備えていることを特徴とする熱処理装置。

38. 請求の範囲第37項において、前記耐熱性スペーサーは、セラミックにより形成されてなることを特徴とする熱処理装置。

10

39. 請求の範囲第36項において、前記基板離間手段はガスを噴出させて前記基板を浮上させるガス浮上装置を備えていることを特徴とする熱処理装置。

15 40. 請求の範囲第37項において、前記テーブルの表面に複数のガス噴出口が形成されてなり、前記ガス浮上装置から噴出されたガスが所定圧力で前記ガス噴出口から噴出されることを特徴とするの熱処理装置。

41. 請求の範囲第40項において、前記ガス浮上装置は、前記ガス噴出口  
20 から不活性ガスを噴出することを特徴とする熱処理装置。

42. 請求の範囲第40項において、前記ガス浮上装置は、前記ガス噴出口から窒素ガスを噴出することを特徴とする熱処理装置。

25 43. 請求の範囲第40項において、前記ガス浮上装置は、前記ガス噴出口から水蒸気ガスを噴出することを特徴とする熱処理装置。

44. 請求の範囲第41項乃至第43項のいずれかにおいて、さらに、前記ガス噴出口から噴出されたガスを前記基板の表面まで導くガス誘導手段を有していることを特徴とする熱処理装置。

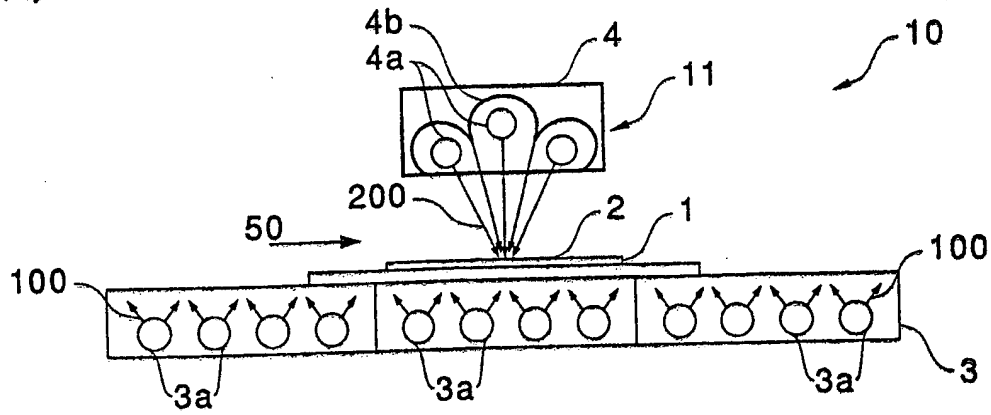
5 45. 請求の範囲第44項において、前記ガス誘導手段は、前記基板の端部側から噴出するガスを当該基板の表面側へ導く案内羽根を備えていることを特徴とする熱処理装置。

10 46. 請求の範囲第18項乃至第45項のいずれかにおいて、前記基板は無アルカリガラス基板であり、前記半導体薄膜はアモルファスシリコン薄膜であることを特徴とする熱処理装置。

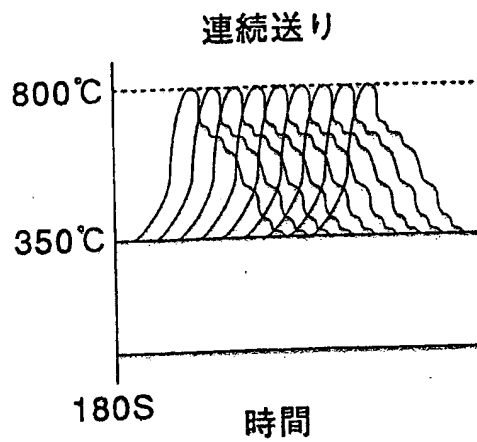
1/8

## 第1図

(a)



(b)

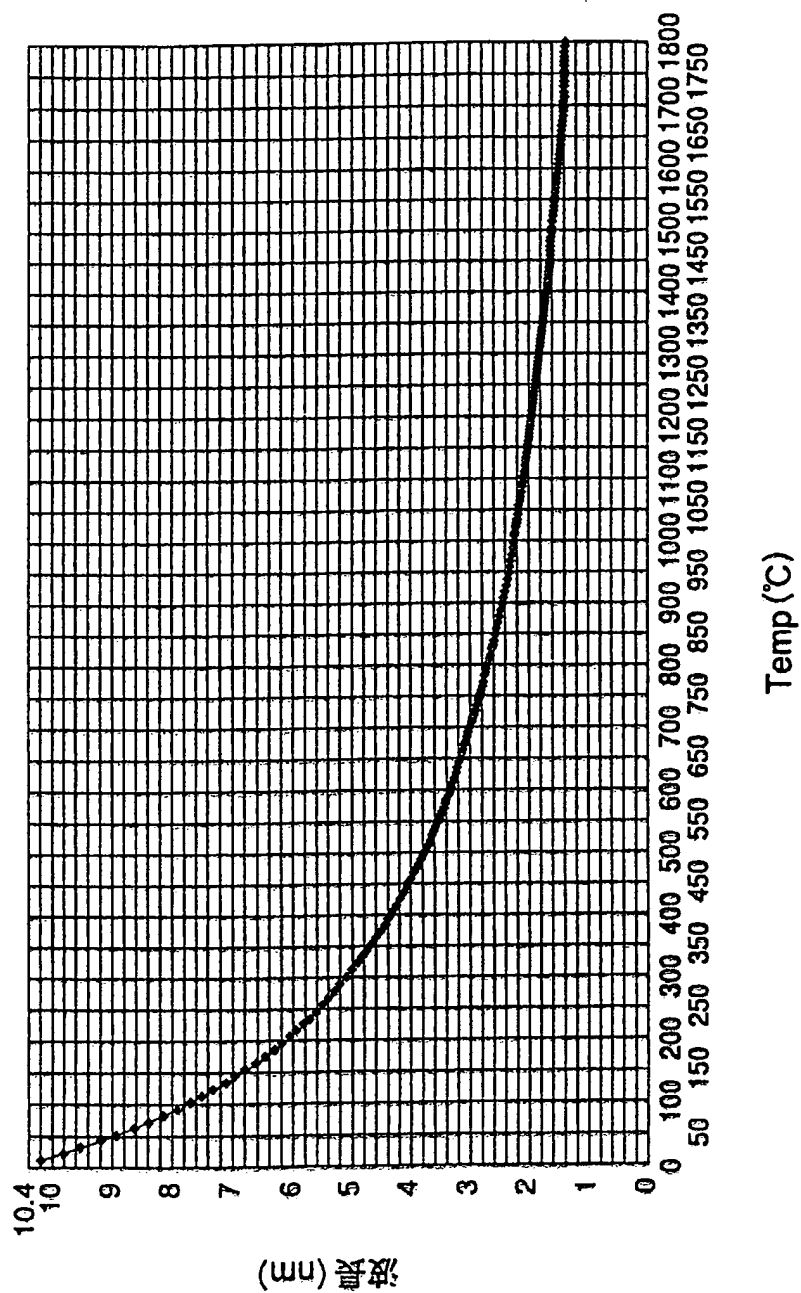




2/8

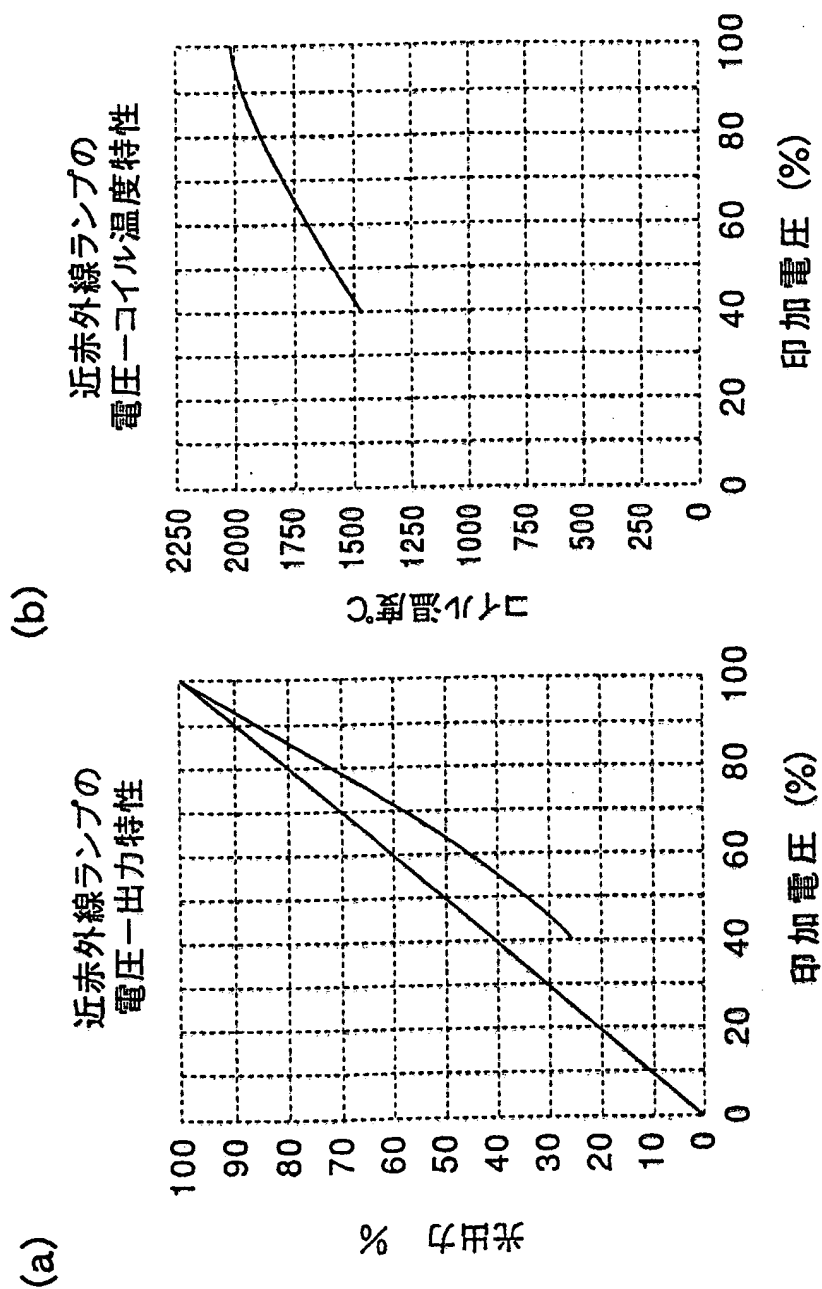
第2図

ランプ波長による温度推移



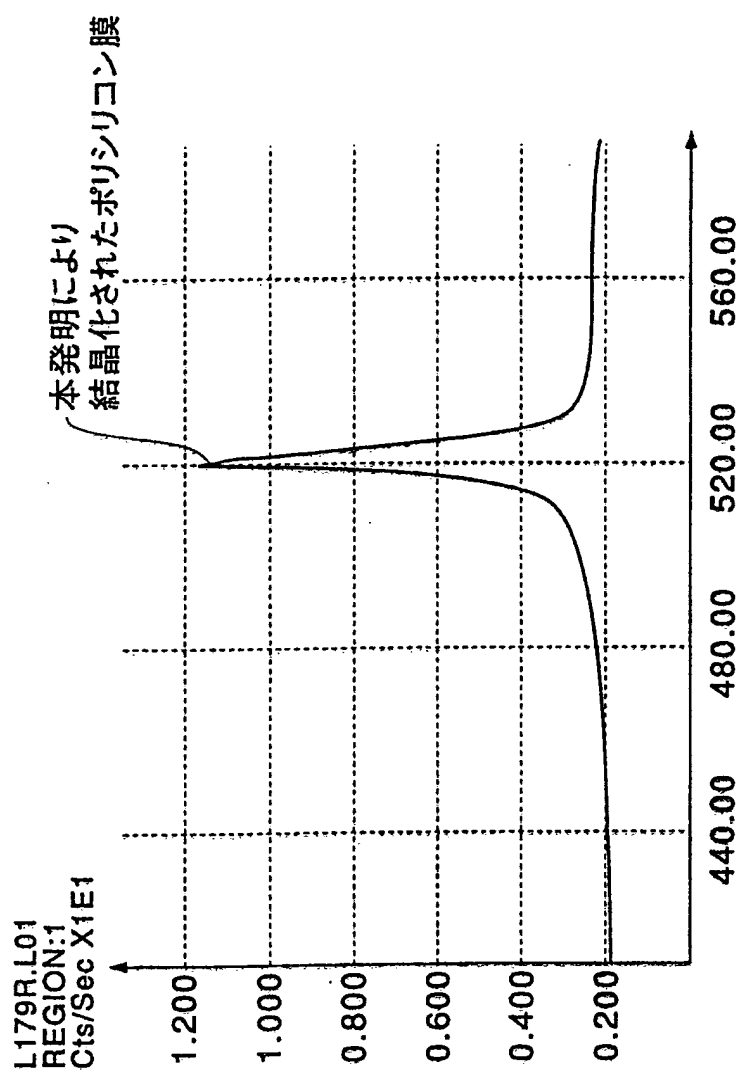
3/8

第3図



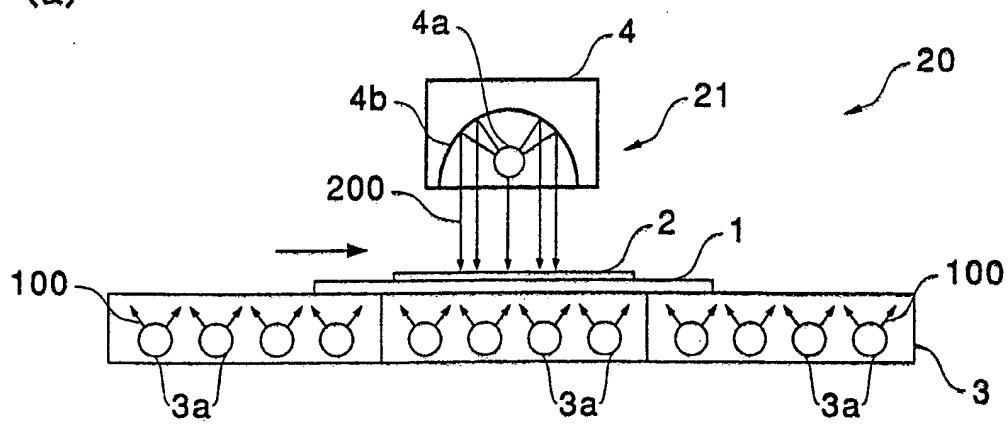
4/8

第4図

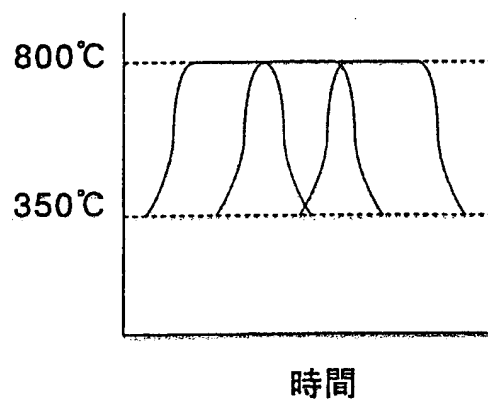


## 第5図

(a)

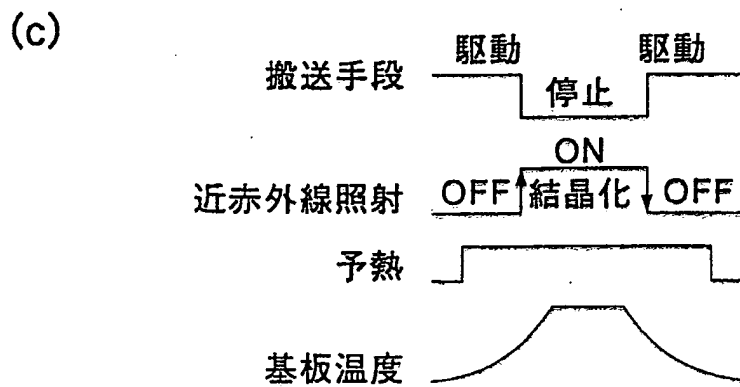
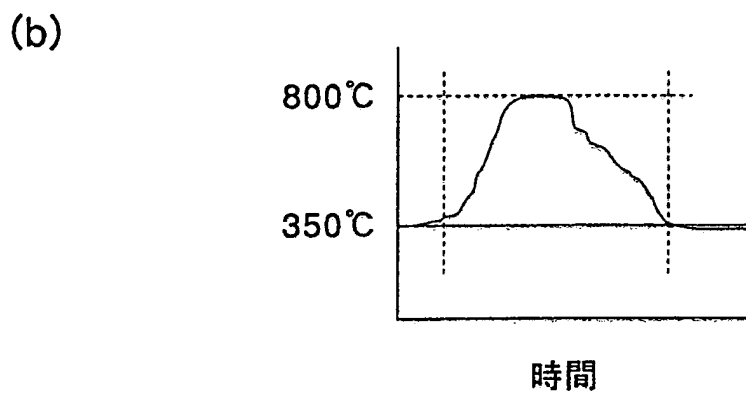
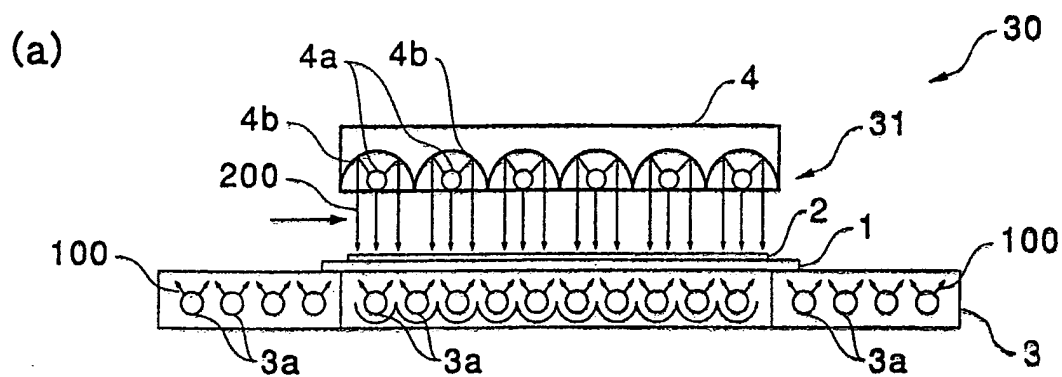


(b)

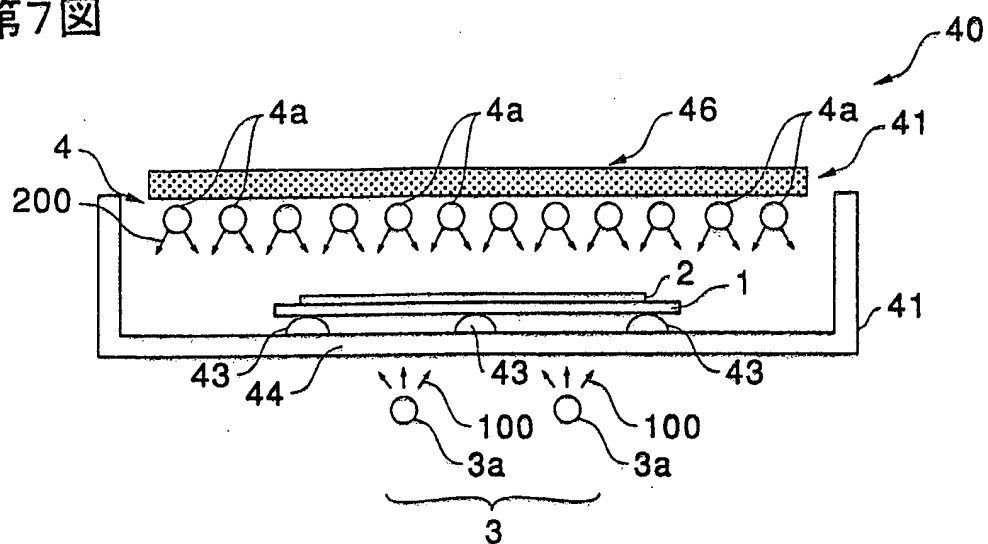


6/8

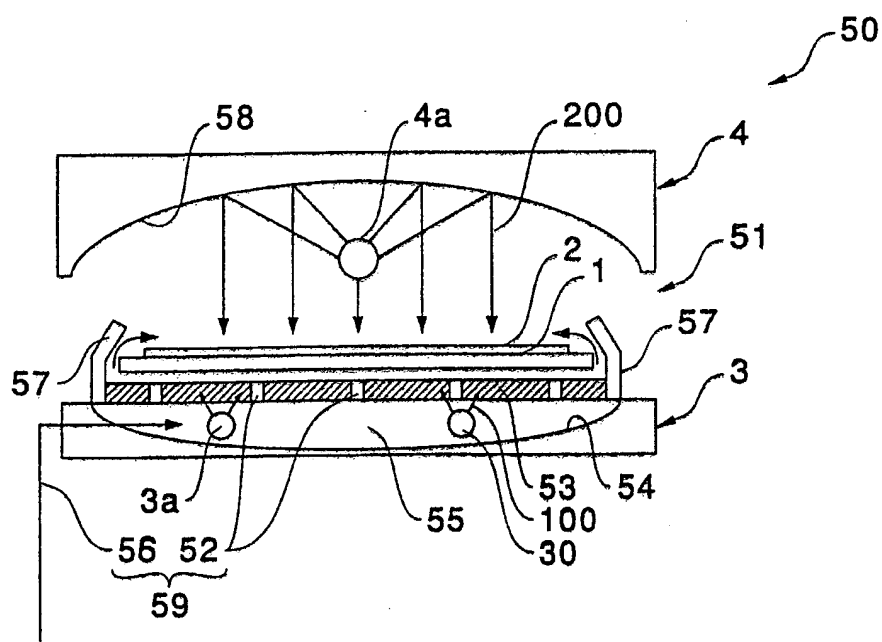
第6図



第7図

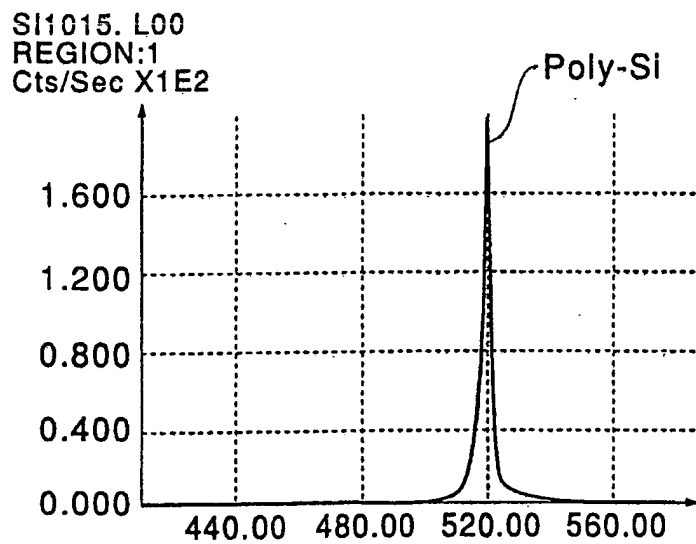


第8図

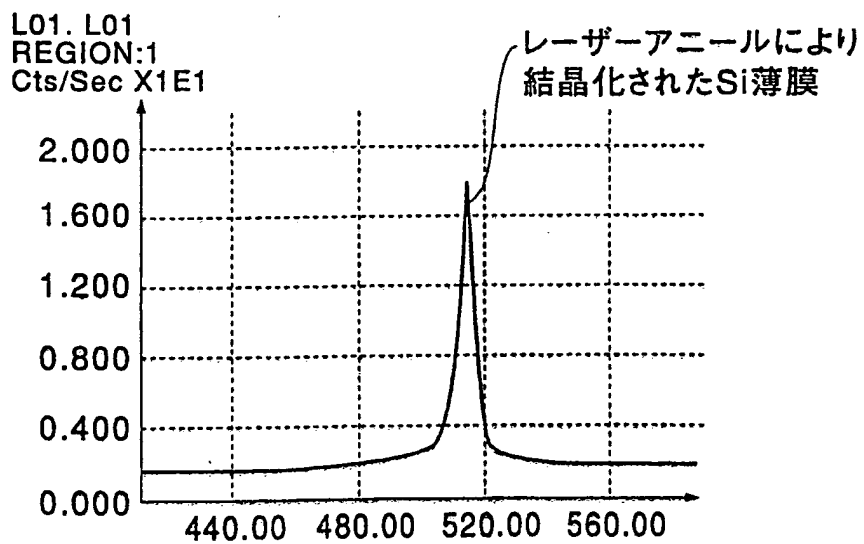


8/8

第9図



第10図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/00558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/20, H01L21/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/20, H01L21/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 60-223112, A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology),	1-5, 17, 18,
Y	7 November, 1985 (07. 11. 85), Full text ; Figs. 1, 2 (Family: none)	20-23, 46 16, 36-45
Y	JP, 60-45012, A (Toshiba Corp.), 11 March, 1985 (11. 03. 85), Full text ; Figs. 1, 2 (Family: none)	16, 36-45

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:          "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance          "E" earlier document but published on or after the international filing date          "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)          "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means          "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention          "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone          "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art          "&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
20 April, 1999 (20. 04. 99)

Date of mailing of the international search report  
27 April, 1999 (27. 04. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/00558

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L21/20, H01L21/26

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L21/20, H01L21/26

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 60-223112, A (工業技術院長) 7. 11月. 1985 (07. 11. 85)	1-5, 17, 18, 20
Y	全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	-23, 46 16, 36-45
Y	JP, 60-45012, A (株式会社東芝) 11. 3月. 1985 (11. 03. 85)	16, 36-45
	全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 04. 99

国際調査報告の発送日

27.04.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

官崎園子

4L 9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3497

**This Page Blank (uspto)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**